

<http://journal.rmutp.ac.th/>

ผลของสารเพิ่มความคงตัวที่มีผลต่อการขึ้นรูปของเนื้อฟักทองบด

สุวีรวรรณ ราชสม* ญัฐธินี ทรายแก้ว คุปต์สิวิน บุญชัยอาจ ฐิติชญา ศรีจันทร์แย้ม และ
สุภาภรณ์ ฝืนันตา

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

รับบทความ 30 ธันวาคม 2016; ตอรับบทความ 27 มีนาคม 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวต่อการขึ้นรูปของเนื้อฟักทองบดหนึ่งโดยใช้สารเพิ่มความคงตัว 4 ชนิด ได้แก่ คาราจีแนน ผงวุ้น แป้งมันสำปะหลัง และเพคติน อัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมวล หลังจากนั้นทำการวัดคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับฟักทองหนึ่งในท้องตลาดด้วยวิธีการให้คะแนนถ่วงน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่าเนื้อฟักทองหนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน และผงวุ้น สามารถขึ้นรูปได้ แต่เนื้อฟักทองหนึ่งบด ที่ผสมแป้งมันสำปะหลัง และเพคตินไม่สามารถขึ้นรูปได้ ฟักทองหนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล ให้ผลการวิเคราะห์ทางคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งในท้องตลาดมากที่สุด กล่าวคือ มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 46.15 ± 1.23 11.42 ± 0.51 และ 29.75 ± 2.46 ตามลำดับ และมีลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาด ผลการวิเคราะห์ให้คะแนนถ่วงน้ำหนักในคุณสมบัติต่างๆ ได้คะแนนความชอบโดยรวมร้อยละ 62.50 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าผงวุ้นอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล เป็นสารเพิ่มความคงตัวและปริมาณสารที่เหมาะสมมากที่สุดในการขึ้นรูปเนื้อฟักทองบดหนึ่ง และสามารถนำไปพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

คำสำคัญ : ฟักทอง; คาราจีแนน; ผงวุ้น; ความคงตัว; การขึ้นรูป

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +669 3954 1462, อีเมล: sureewan@rmutl.ac.th

<http://journal.rmutp.ac.th/>

Effect of Stabilizer on the Ground Pumpkin Forming

Sureewan Rajchasom* Nuttinee Saikaew Coopsiwin Boonchaiart

Thitichaya Srijanyam and Supaporn Fainanta

College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University Technology of Lanna
128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, 50300

Received 30 December 2016; accepted 27 March 2017

Abstract

This project aims to study an effect of stabilizer on the ground pumpkin forming. There were 4 types of stabilizer used in this study which were carrageenan, pectin, flour and agar with a ratio of 10 20 and 30 percentage by mass. The physical and chemical properties of the sample such as color, texture, moisture content and sensory test were compared with a commercial steamed pumpkin. The results showed that the ground pumpkin could be formed using carrageenan and agar, but the flour and pectin had no effect on the forming. Therefore, the sample of ground pumpkin mixed with agar and carrageenan was further observed by measuring the physical and chemical properties. It was found that the properties of ground pumpkin mixed with 30% w/w of agar were the most similar to the commercial steamed pumpkin. The color of L^* , a^* and b^* of the sample were 46.15 ± 1.23 11.42 ± 0.51 and 29.75 ± 2.46 , respectively. The sensory test was analyzed by weight quality score, the overall acceptance was 62.50%. In conclusion, 30% w/w agar was the best stabilizer using in the ground pumpkin forming, therefore this result would be used to develop a new product.

Keywords : Pumpkin; Carageenan; Agar; Stabilization; Forming

* Corresponding Author. Tel.: +669 3954 1462, E-mail Address: sureewan@rmutl.ac.th

1. บทนำ

ฟักทองญี่ปุ่นเป็นพืชที่อุดมไปด้วยวิตามินหลายชนิดที่ช่วยในการบำรุงร่างกาย ผิวพรรณ และสายตา อีกทั้งมีคุณค่าทางอาหารอื่นๆ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน ซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นวิตามินเอ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง โดยเฉพาะที่กระเพาะปัสสาวะในผู้สูงอายุ ให้ธาตุเหล็ก และวิตามินซี ตลอดจนไนอะซิน วิตามินบี 1 และ วิตามินบี 2 ให้ใยอาหารสูงช่วยในการขับถ่าย ไขมันน้อย และแคลอรีต่ำ จึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารควบคุม น้ำหนัก การแพทย์แผนโบราณระบุว่าฟักทองช่วย ป้องกันโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิต บำรุงตับ ไต และสายตา [1]

จากคุณประโยชน์ทางด้านโภชนาการอาหาร และสรรพคุณทางยาของฟักทอง จึงมีการนำฟักทอง มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารชนิด ต่างๆ และมีการนำฟักทองผสมในอาหารสำเร็จรูปชนิด ต่างๆ เช่น ข้าวเกรียบฟักทอง ขนมปังฟักทองและพาย ฟักทอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปฟักทองเป็น แป้งหรือฟักทองผง เครื่องดื่ม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ในการพัฒนาอาหารเสริมสุขภาพ หรือผลิตภัณฑ์เสริม ความงามสำหรับผู้หญิง ตลอดจนผลิตเป็นอาหารเพื่อ สุขภาพเฉพาะทางสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่ม เช่น เด็ก คนชรา ทารก ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าฟักทองให้สูงขึ้น ส่งผลในทางเศรษฐกิจที่ช่วยเพิ่มมูลค่าในการส่งออก ของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมประเภทฟักทอง พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 มีอัตราการเติบโตมากกว่าร้อยละ 35-40 [2] นับว่าฟักทองเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ดี แก่เกษตรกร เนื่องจากฟักทองสามารถเจริญเติบโต ได้ดีในทุกสภาพอากาศ [3]

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะได้มีการ ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ปลูกฟักทองญี่ปุ่นโดย ผลผลิตที่ได้ ทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงฯ จะทำการ ตัดแต่งและจัดจำหน่ายฟักทองญี่ปุ่น ในรูปแบบผล และ แบบตัดแต่งจำหน่ายให้แก่บริษัทเอกชนในประเทศไทย ทั้งนี้ในกระบวนการตัดแต่งดังกล่าวทำให้เกิดเศษเหลือ

จากการตัดแต่งจำนวนมากคิดเป็นร้อยละ 7.73 ของ ปริมาณฟักทองทั้งหมด ซึ่งเศษฟักทองเหล่านี้สามารถ นำมาใช้ประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปเศษ ของฟักทองได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเศษ ฟักทองมาศึกษาและพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดย การเปลี่ยนรูปจากเศษฟักทองที่เหลือใช้ให้เป็นเนื้อ ฟักทองก้อนโดยการเติมสารเพิ่มความคงตัวลงไปในเศษ ฟักทองบดหนึ่งแล้วสามารถงอตัวกลับมาเป็นก้อนได้ เพื่อนำเนื้อฟักทองก้อนที่ได้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ อื่นๆ ได้อีก เช่น สังขยาฟักทอง เป็นต้น

2. ระเบียบวิธีวิจัย

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology) ออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาผลของสารเพิ่มความคงตัวที่มีต่อการขึ้นรูป เนื้อฟักทองบด, การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ, การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส, การวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติ และการตัดสินใจด้วยวิธีการ MATRIX— PUGH'S METHOD [4] ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การศึกษาผลของสารเพิ่มความคงตัวที่มี ต่อการขึ้นรูปเนื้อฟักทองบด

สารเพิ่มความคงตัวที่เลือกใช้สำหรับการ ทดลองครั้งนี้ ได้แก่ คาราจีแนน เพคติน แป้งมัน สำปะหลัง และผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวลตัดแปลงจาก [5] (ทำการทดลอง 5 ซ้ำ) ขั้นตอนการทำการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน ของการเตรียมเนื้อฟักทองบด (โครงการหลวงม่อน เงาะ) โดยนำเศษฟักทองที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นบดฟักทองที่นึ่งสุกแล้วให้ละเอียด โดยใช้ช้อนและส่วนของสารเพิ่มความคงตัว โดยเตรียม สารละลายเพิ่มความคงตัวด้วยอัตราส่วนน้ำต่อสารเพิ่ม ความคงตัวดังนี้ 1 : 0.1 กรัม 1 : 0.2 กรัม และ 1 : 0.3 กรัมคิดเป็น ร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล ตาม

ลำดับจากนั้นผสมสารละลายที่เตรียมไว้ในแต่ละความเข้มข้นให้เข้ากันกับฟักทองที่บดละเอียดจำนวน 80 กรัม นำฟักทองที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวแล้วไปใส่ในพิมพ์ขนาด 6x5x3 เซนติเมตร แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

วัดคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี, ค่าความแข็ง, ปริมาณความชื้น (จำนวน 5 ซ้ำ) และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ Rating/Scoring Test ของฟักทองที่เติมสารเพิ่มความคงตัวจากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าคุณสมบัติต่างๆ ของฟักทองนึ่งสุก

2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

2.2.1 การวัดค่าสี

วัดค่าสีในระบบ CIE โดยวัดค่า L^* (ความสว่างของสี) a^* (ค่าสีแดง-เขียว) และค่า b^* (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) โดยใช้เครื่องวัดสียี่ห้อ ColorFlex (A60-1010-615, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ในการทดลองครั้งนี้ใช้ค่า b^* เป็นค่าสีหลักในการเปรียบเทียบ เนื่องจากเป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองซึ่งสอดคล้องกับสีของฟักทอง

2.2.2 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ทำการวัดค่าความแข็ง (Hardness) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Universal Testing Machine; NRI-TS501-100, ประเทศอังกฤษ) ในการวัด ใช้หัวกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ใช้แรงกดขนาด 10 นิวตัน มีความเร็วในการกด 10 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะการกด 5 มิลลิเมตร ดัดแปลงมาจาก [6]

2.2.3 การวัดปริมาณความชื้น

วัดค่าปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ทำการอบตัวอย่างฟักทองขึ้นรูปเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาคำนวณค่าความชื้นตามวิธี AOAC [7]

2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธี

Rating/Scoring Test เป็นการจัดลำดับและการเปรียบเทียบโดยมี 1 ตัวอย่างเป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างถัดไปเป็นตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ซึ่งกำหนดให้ฟักทองนึ่งตามห้องตลาดเป็นตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ฟักทองขึ้นรูปด้วยสารเพิ่มความคงตัว ได้แก่ การเจี๊ยนและผงวุ้น ในปริมาณอัตราส่วนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นโดยทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี, กลิ่นรส, ลักษณะเนื้อสัมผัส, ความแน่นเนื้อ, ลักษณะเนื้อสัมผัสในปาก (การติดฟัน) และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยมีระดับการให้คะแนนที่ 1-7 คะแนน จากไม่มีไปถึงมากที่สุด [8]

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Excel (ver. 2010) โดยวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟักทองนึ่งตามห้องตลาดมากำหนดเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับได้เป็นมาตรฐาน จากนั้นนำตัวอย่างที่ทดสอบมาหา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Excel โดยวิธีการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ 2 ประชากร ด้วยสถิติทดสอบ Paired t-Test ด้วยการทดสอบ 2 ด้านโดยมีสมมติฐานคือ H_0 : ฟักทองชนิดหนึ่ง = ฟักทองขึ้นรูป และ H_1 : ฟักทองชนิดหนึ่ง $\neq$ ฟักทองขึ้นรูป [9]

2.5 การตัดสินใจด้วยวิธีการ MATRIX—PUGH'S METHOD [4]

การประเมินแนวคิดในการออกแบบจะนำไปใช้เป็นตัวช่วยการตัดสินใจเลือกแบบเชิงแนวคิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะทำการประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ใหม่โดยได้มีการประเมินในแต่ละคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณเป็นจำนวนเต็ม 100 คะแนน แบ่งสัดส่วนของการวัดลักษณะทางกายภาพด้วยเครื่อง 50 คะแนน และการวัดทางประสาทสัมผัสจากจำนวนผู้ทดสอบ 50 คน 50 คะแนน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการทดลองเบื้องต้นการขึ้นรูปของเศษฟักทองบดหนึ่งที่ผสมสารเพิ่มความตัว

จากผลการทดลองการเติมสารเพิ่มความคงตัวทั้ง 4 ชนิดในเศษฟักทองบด พบว่า คาราจีแนน และผงวุ้นสามารถให้ความคงตัวกับเศษฟักทองบดได้ แต่เพคตินและแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถทำให้เศษฟักทองบดคงตัวเป็นก้อนได้ เนื่องจากเพคตินเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ของโพลีแซคคาไรด์ที่พบจากพืชธรรมชาติ จัดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับแป้ง โดยการเกิดเจลของเพคตินนั้น จำเป็นต้องมีสารช่วยดูดน้ำออกจากโมเลกุล (Dehydrating Agent) เช่น น้ำตาลจะช่วยลดการละลายของเพคตินให้น้อยลง และต้องมีกรดในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อไฮโดรเจนไอออนจากกรดจะช่วยลดจำนวนประจุลบของหมู่คาร์บอกซิลให้น้อยลง จึงสามารถเกิดเจลได้ในภาวะที่มีกรดและน้ำตาล [10] เช่นเดียวกับแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถขึ้นรูป ดังนั้นเศษฟักทองบดที่ผสมคาราจีแนน และผงวุ้น จึงสามารถนำมาวัดคุณสมบัติทางกายภาพในด้านสี ความชื้น เนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ แต่ตัวอย่างเศษฟักทองบดที่ผสมเพคติน และแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถวัดเนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้

3.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

3.2.1 ค่าสี

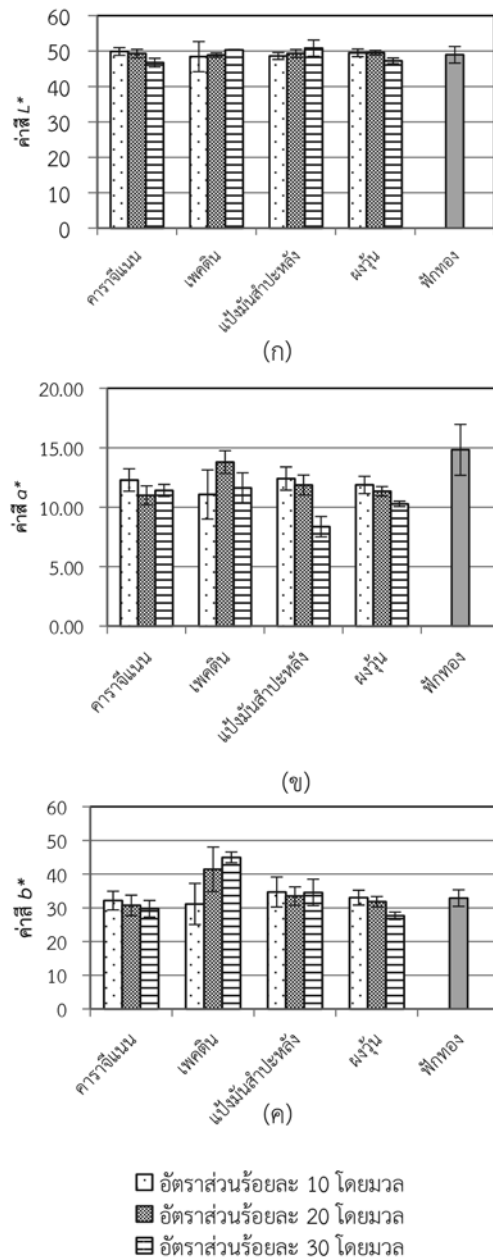
การวัดค่าความสว่าง (L^*) พบว่าเศษฟักทองบดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมีแนวโน้มลดลงไปทางสีมืด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 เนื่องจากสีของสารเพิ่มความคงตัวคาราจีแนนและผงวุ้นมีลักษณะปรากฏเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อนเมื่อนำมาผสมลงในตัวอย่างในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมีผล จึงทำให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง [11] ในขณะที่เศษฟักทองบดที่ผสมแป้งมันสำปะหลังและ

เพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมีแนวโน้มค่าสี L^* เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากเศษฟักทองบดที่ผสมแป้งมันสำปะหลัง หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อน แป้งมีความขาวใส มันวาวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง ทำให้เม็ดแป้งดูดน้ำแล้วพองตัวขึ้นทำให้ส่วนผสมของน้ำแป้งมันสำปะหลัง มีความหนืดและใสมากขึ้น การเกิดเจลาติไนเซชัน [12] จึงทำให้มีค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้น และค่าสี L^* ของเศษฟักทองที่ผสมเพคตินมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เพราะเพคตินมีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบผิว และทำให้อาหารมีความใสขึ้น [13] ทำให้มีแนวโน้มของค่าสี L^* เพิ่มขึ้น และพบว่าค่าสี L^* ของฟักทองบดตามท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 48.96 ± 2.35 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเศษฟักทองบดที่ผสมเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมีผลมากที่สุด และเศษฟักทองบดที่ผสมแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมีผล มีค่าใกล้เคียงกับฟักทองบดตามท้องตลาดรองลงมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 1

การวัดค่าสี a^* คือ ค่าที่แสดง สีแดง-เขียว ในการทดลอง พบว่าเศษฟักทองบดที่ผสมคาราจีแนน แป้งมันสำปะหลัง และผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมีแนวโน้มลดลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และเศษฟักทองบดที่ผสมเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมีผล มีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากสารเพิ่มความคงตัวทั้ง 4 ชนิด คือ คาราจีแนน เพคติน แป้งมันสำปะหลัง และผงวุ้นเป็นสารจำพวกของคาร์โบไฮเดรต เกิดการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ อาจทำให้เกิดความคล้ำบนผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งความคล้ำอาจมีลักษณะในโทนสีของน้ำตาล จึงปรากฏสีแดงได้มากกว่าและเมื่อวัดค่าสี a^* ของฟักทองบดตามท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 14.83 ± 2.14 พบว่าเศษฟักทองบดที่ผสมเพคตินใน

อัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมวลและฟักทองหนึ่งบดที่ผสมแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มีค่าสี a^* ใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

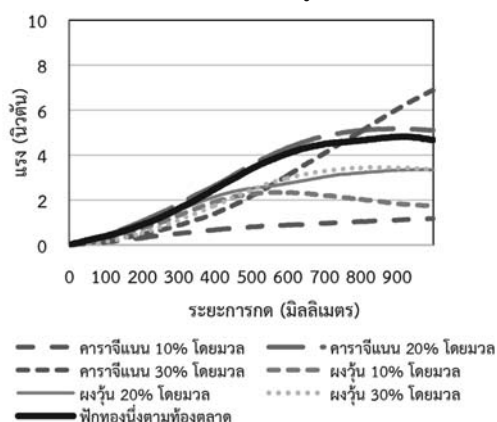
การวัดค่าสี b^* คือ ค่าที่แสดง สีเหลือง-น้ำเงิน ของผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าเศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล มีแนวโน้มลดลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ตามลำดับ เนื่องจากการละลายสารเพิ่มความคงตัวกับน้ำจึงทำให้มีความชื้นอยู่ในผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ [14] กล่าวว่าปริมาณความชื้นทำให้เกิดการเจือจางของสีลง จึงมีแนวโน้มของค่าสี b^* ลดลงและค่าแสดงเป็นบวก ซึ่งแสดงถึงสีเหลืองที่จางลง และเศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมวล มีค่าสี b^* เพิ่มขึ้น และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นไปทางสีเหลืองที่เข้มมากขึ้นเนื่องจากเมื่อมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการนึ่งทำให้ช่วยแรงปฏิกิริยาการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative Degradation) ให้เร็วขึ้นและสลายตัวจากความร้อนได้มากขึ้น จึงส่งผลให้สีเหลืองในฟักทองมีค่าเพิ่มขึ้น [15] และค่าสี b^* ของฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 32.90 ± 2.46 พบว่าเศษฟักทองบดหนึ่งที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มีค่าใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด ตามด้วยฟักทองหนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมวล มีค่าใกล้เคียงรองลงมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 1 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดและเศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว ก) ค่าสี L^* ข) ค่าสี a^* ค) ค่าสี b^*

3.2.2 เนื้อสัมผัส

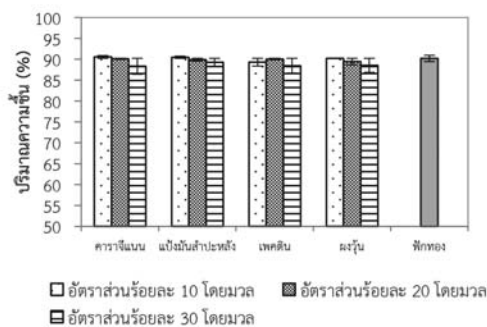
เนื่องจากเศษฟักทองบดหนึ่งที่ผสมเพคตินและแป้งมันสำปะหลังมีลักษณะไม่คงตัว และไม่จับตัวกันเป็นก้อน จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ในครั้งนี้ได้ การทดสอบค่าเนื้อสัมผัสในรูปของความต้านทานต่อแรงที่กระทำต่อเศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน ผงวุ้น และฟักทองหนึ่งตามท้องตลาด พบว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยเฉพาะฟักทองหนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งแตกต่างจากชนิดอื่น โดยช่วงแรกของกราฟแสดงถึงความยืดหยุ่นของเศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว และฟักทองหนึ่งตามท้องตลาด พบว่ามีลักษณะของกราฟใกล้เคียงกันและมีความเป็นเนื้อเดียวกันในก้อนของฟักทองนั้น โดยที่ฟักทองที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวมีลักษณะเนื้อที่นุ่มและเหนียวใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาด จากกราฟพบว่าเศษฟักทองที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมวลมีแรงต้านในการกดและแนวโน้มของเส้นกราฟใกล้เคียงกับฟักทองบดหนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุดตามด้วยเศษฟักทองที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 และ 20 โดยมวล ตามลำดับที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แรงที่ใช้ในการกดของฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดและเศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวเปรียบเทียบกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาด

3.2.3 ปริมาณความชื้น

จากรูปที่ 3 แสดงถึงปริมาณความชื้นของฟักทองบดหนึ่งที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันดังนี้ ฟักทองบดหนึ่งที่ผสมคาราจีแนน มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง $88.33 \pm 1.89\% - 90.56 \pm 0.34\%$ ซึ่งไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ฟักทองบดหนึ่งที่ผสมเพคตินมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง $88.45 \pm 1.77\% - 90.06 \pm 0.16\%$ ซึ่งไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ฟักทองบดหนึ่งที่ผสมแป้งมันสำปะหลังมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง $89.28 \pm 0.94\% - 90.48 \pm 0.26\%$ ซึ่งมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และฟักทองบดหนึ่งที่ผสมผงวุ้นมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง $88.55 \pm 1.67\% - 90.23 \pm 0.01\%$ มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากในขั้นตอนการผสมสารเพิ่มความคงตัวในอัตราส่วนปริมาณน้ำ 1 กรัม เท่ากัน จึงทำให้มีปริมาณความชื้นที่ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างกับปริมาณความชื้นของฟักทองหนึ่งตามท้องตลาด ซึ่งมีค่าเท่ากับ $90.22 \pm 0.74\%$ พบว่าฟักทองหนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวลมีค่าใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าฟักทองบดหนึ่งที่ผสมแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถจับตัวเป็นก้อนได้ เนื่องจากมีปริมาณแป้งมันสำปะหลังมีค่าน้อยกว่าน้ำมาก กล่าวคือ น้ำ 1 กรัม ต่อแป้งมันสำปะหลัง 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม จึงทำให้แป้งไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดเจลได้ (Gelatinization) [12] แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณน้ำที่ไม่พอติดกับสารให้ความคงตัวคือมีปริมาณน้ำที่มากเกินไปจึงทำให้ความสามารถในการเกิดเจลนั้นไม่สามารถเกิดขึ้นได้



รูปที่ 3 ปริมาณความแข็งของฟักทองนิ่งตามห้องตลาดและฟักทองนิ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว

3.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ดังนี้ ด้านสี กลิ่นรส ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อสัมผัสในปาก และความชอบโดยรวมจากการทดลอง พบว่าในด้านสีผู้ทดสอบชอบเฉพาะฟักทองนิ่ง

บดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล มีค่าใกล้เคียงกับฟักทองนิ่งตามห้องตลาดมากที่สุด มีคะแนนความชอบ 6.30 ± 1.93 และ 5.28 ± 1.34 คะแนน ตามลำดับ ด้านกลิ่นรสผู้ทดสอบชอบเฉพาะฟักทองนิ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มากที่สุด มีคะแนนความชอบ 4.62 ± 1.05 คะแนนด้านความแน่นเนื้อและความเป็นเนื้อเดียวกัน ผู้ทดสอบชอบเฉพาะฟักทองนิ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล มากที่สุดมีคะแนนความชอบ 5.70 ± 1.28 คะแนนด้านเนื้อสัมผัสในปากและความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชอบเฉพาะฟักทองนิ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มากที่สุด มีคะแนนความชอบ 4.34 ± 1.39 คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของฟักทองนิ่งบด โดยวัดจากความชอบโดยรวมเป็นหลักคือเนื้อฟักทองนิ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มีค่าความชอบ 5.06 ± 1.25 คะแนนมีผู้ทดสอบชื่นชอบมากที่สุด

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยการวัดลักษณะทางประสาทสัมผัสของเฉพาะฟักทองนิ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวและฟักทองนิ่งตามห้องตลาด

คุณสมบัติ	ฟักทองนิ่งตามห้องตลาด	เฉพาะฟักทองนิ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละโดยมวล			เฉพาะฟักทองนิ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละโดยมวล		
		10	20	30	10	20	30
สี	5.92 ± 1.12	5.36 ± 1.05	5.18 ± 1.24	6.30 ± 1.98	5.24 ± 1.39	5.38 ± 1.21	5.28 ± 1.34
กลิ่นรส	5.76 ± 1.22	4.62 ± 1.05	4.04 ± 1.29	3.42 ± 1.36	4.54 ± 1.37	4.54 ± 1.22	4.44 ± 1.37
ความแน่นเนื้อ	5.18 ± 1.37	4.52 ± 1.31	4.50 ± 1.47	4.46 ± 1.39	4.55 ± 1.18	4.52 ± 1.34	5.70 ± 1.28
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	5.52 ± 1.22	4.80 ± 1.14	4.34 ± 1.41	4.10 ± 1.43	4.70 ± 1.18	4.76 ± 1.13	4.90 ± 1.49
เนื้อสัมผัสในปาก	4.32 ± 1.73	3.48 ± 1.40	3.38 ± 1.21	4.02 ± 1.56	4.34 ± 1.39	3.82 ± 1.38	4.24 ± 1.67
ความชอบโดยรวม	5.90 ± 1.22	4.60 ± 1.34	4.12 ± 1.26	3.12 ± 1.52	5.06 ± 1.25	4.74 ± 1.07	4.20 ± 1.40

3.4 ผลการตัดสินใจแบบถ่วงน้ำหนัก

การตัดสินใจแบบถ่วงน้ำหนัก เป็นการตัดสินใจ โดยการให้คะแนนในด้านต่างๆ ซึ่งแต่ละด้านมีค่าถ่วง

น้ำหนักที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม โดยจากการวิเคราะห์คุณสมบัติที่ทำให้เศษฟักทองหนึ่งบดมีความคงตัวเป็นก้อนได้

ตารางที่ 2 ตารางการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Quality Score)

รายละเอียด	Weight (%)	ผลการทดลอง					
		เศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน อัตราส่วนร้อยละโดยมวล			เศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละโดยมวล		
		10	20	30	10	20	30
การทดสอบลักษณะทางกายภาพด้วยเครื่องมือ							
ความแข็ง	30.00	1	1	1	1	1	1
ค่าสีจากการวัด	20.00	1	1	1	1	1	1
การทดสอบทางประสาทสัมผัส							
- ด้านสี	6.25	0	0	1	0	0	0
- ความแน่นเนื้อ	12.50	0	0	0	0	0	1
- ความเป็นเนื้อเดียวกัน	15.62	0	0	0	0	0	0
- เนื้อสัมผัสในปาก	6.25	0	0	1	1	0	1
- ความชอบโดยรวม	9.38	0	0	0	0	0	0
รวม	100	50.00	50.00	62.50	56.25	50.00	62.50

หมายเหตุ : 1 แทนเศษฟักทองหนึ่งบดที่มีความใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด

0 แทนเศษฟักทองหนึ่งบดที่มีความใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดน้อย

จากตารางที่ 2 แสดงถึงการถ่วงน้ำหนักของคุณสมบัติต่างๆ ของฟักทองหนึ่งเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ เศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว และมีการเปรียบเทียบความใกล้เคียงกับฟักทองหนึ่งตามท้องตลาด ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ เศษฟักทองหนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ

30 โดยมวล มีคะแนนรวมมากที่สุดคือร้อยละ 62.50 เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสค่าสีที่วัดได้จากเครื่อง และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี เนื้อสัมผัสในปากไม่แตกต่างจากฟักทองหนึ่งตามท้องตลาดที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

4. สรุป

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในการขึ้นรูปเศษฟักทองนึ่งบด สารที่ใช้ในการทดลอง 4 ชนิด ได้แก่ คาราจีแนน เพคติน ผงวุ้น และแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล พบว่าสารเพิ่มความคงตัว คาราจีแนน และ ผงวุ้น สามารถทำให้เศษฟักทองนึ่งบดคงตัวและจับตัวกันเป็นก้อนได้และผลของคุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัส พบว่าเศษฟักทองบดนึ่งที่ผสมผงวุ้น และคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล ได้คะแนนการทดสอบทางกายภาพและประสาทสัมผัสด้วยวิธีการตัดสินใจแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Quality Score) มากที่สุดคือร้อยละ 62.50 เท่ากัน แต่เนื่องจากคาราจีแนนมีราคาสูงกว่า ดังนั้นเศษฟักทองที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล เป็นสารเพิ่มความคงตัวที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการขึ้นรูปเศษฟักทองให้มีความคงตัว และสามารถนำไปพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและวิศวกรรมอาหารภายใต้โครงการสนับสนุนกิจกรรมโครงการหลวงและโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปงบประมาณปี 2558

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] W. Gritsanapan, *Valuable Herbs*, Bangkok: Mahidol University Press, 1995.
- [2] A. Trakulmookthong, A. Jimtaisong and K. Kittigowittana, "Evaluation of HLB and development of emulsion in pumpkin oil," *School of Cosmetic Science*, Mae Fah Luang University, 2011.
- [3] N. Chareenpak. (2011 May 10). Pumpkin: a huge resource of Thailand generate over 100 million annual income [Online]. Available: <http://www.vigotech.co.th/index.php?lay=show&ac=article&id=539799916&Ntype=8>
- [4] S. Pugh, *Total Design*, Workingham: Addison-Wesley, 1991.
- [5] A. AbdKarim, G.A. Sulebe, M.E. Azhar, and C.Y. Ping, "Effect of carrageenan on yield and properties of tofu." *Food Chemistry*, vol. 66, no. 2, pp. 159-165, Aug. 1999.
- [6] P. Fuggate, C. Wongs-Aree, S. Noichinda, and S. Kanlayanarat, "Quality and volatile attributes of attached and detached 'plukmai lie' papaya during fruit ripening," *Scientia Horticulturae*, vol. 126, no. 2, pp. 120-129, Sep. 2010.
- [7] AOAC, Official methods of analysis of AOAC International, (17th ed.), Gaithersburg, MD, USA, 2000.
- [8] T. Suwonsichon, Sensory Evaluation Techniques and Analysis, Department of Product Development, Faculty of Agro Industry, Kasetsart University, 2010.
- [9] K. Vanichbuncha, *Statistic Analysis with EXCEL*, 3rd ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press, 2010, pp. 75-78.
- [10] N. Rattanapanone, Principle of Food Processing, 1th ed. Bangkok: Odeon Store, 2001.
- [11] J. Treeinthong and J. Runglerdkriangkrai, "Effect of soaking in acetone and heating conditions on yield and properties

- of hydrocolloids extracted from *Gracilaria* sp. and *Solieria robusta*,” in *Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries*, 1-4 February, Bangkok, 2005.
- [12] K. Sriroth and K. Piyachomkwan, *Starch Technology*, 3rd ed. Bangkok: Kasetsart University Press, 2003.
- [13] C.D. May, “Industrial pectins : source, production and application,” *Carbohydrate Polymer*, vol. 12, no. 1, pp. 79–84, 1997.
- [14] J.M. Fernández-Ginés, J. Fernández-López, E. Sayas-Barberá, E. Sendra and J.A. Pérez-Álvarez, “Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages,” *Meat Science*, vol. 67, no. 1, pp. 7-13, May. 2004.
- [15] T. Baysal and A. Demirdöven, “Lipoxygenase in fruits and vegetables: A review,” *Enzyme and Microbial Technology*, vol. 40, no. 4, pp. 491-496, Mar. 2007.